



Home



Search



List

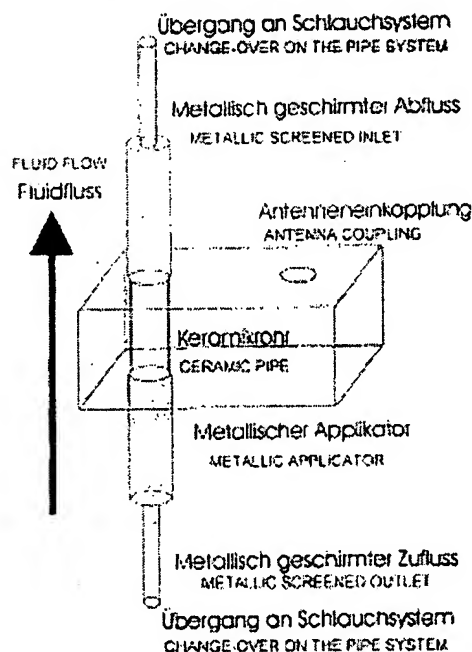
Include

MicroPatent® PatSearch FullText: Record 1 of 1

Search scope: WO

Years: 2001-2004

Patent/Publication No.: (WO2002102116)



Order This Patent

Family Lookup

Find Similar

[Go to first matching text](#)

WO2002102116 A1

MICROWAVE CONTINUOUS WATER HEATER

FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH

Inventor(s): FEHER, Lambert ; BAUMGÄRTNER, Hartmut ; LINK, Guido

Application No. EP0205335 EP, Filed 20020515, A1 Published 20021219

Abstract: The invention relates to a microwave continuous water heater for heating liquid media comprising a microwave source which is directly or indirectly flange-mounted on an applicator. Said applicator is embodied as a cuboid resonator chamber wherein the microwave is injected via an opening on a side wall and excites the linear polarised base mode TE₁₀ therein. The dielectric tube through which the fluid which is to be heated flows, is mounted between said side wall and the opposite wall. The dielectric tube and the liquid which flows through said pipe essentially forms the load for the microwave source. Said device can be modulated in such a way that all of the microwave energy can dissipate into the load.

Int'l Class: H05B00680;

Priority: DE 10128038 20010608

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Dezember 2002 (19.12.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/102116 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H05B 6/80**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP02/05335**

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Mai 2002 (15.05.2002)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
101 28 038.6 8. Juni 2001 (08.06.2001) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
GMBH** [DE/DE]; Weberstr. 5, 76133 Karlsruhe (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FEHER, Lambert**
[DE/DE]; Spöcker Weg 76, 76351 Linkenheim-Hochstet-
ten (DE). **BAUMGÄRTNER, Hartmut** [DE/DE];
Schulstr. 78, 76689 Karlsdorf-Neuthard (DE). **LINK,
Guido** [DE/DE]; Falkenweg 3, 75045 Waldzbachtal (DE).

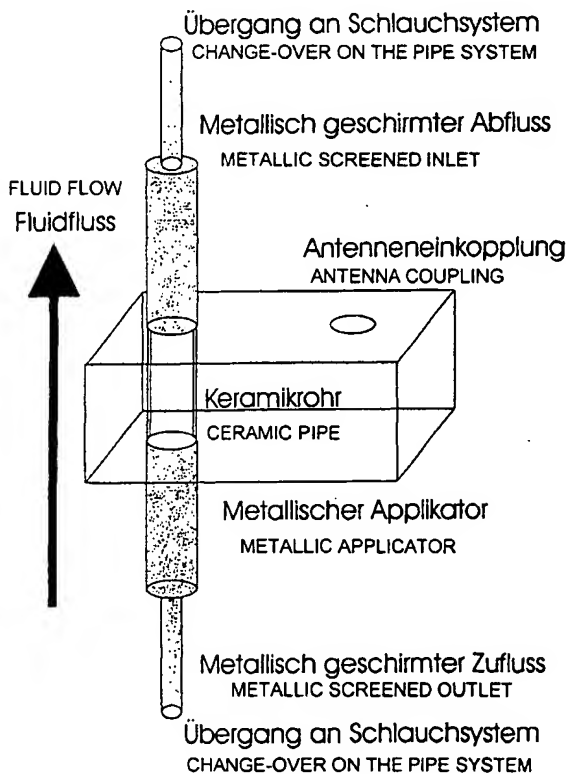
(74) Gemeinsamer Vertreter: **FORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE GMBH**; Stabsabteilung Marketing,
Patente und Lizenzen, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **MICROWAVE CONTINUOUS WATER HEATER**

(54) Bezeichnung: **MIKROWELLENTESCHNISCHER DURCHLAUFERHITZER**



(57) Abstract: The invention relates to a microwave continuous water heater for heating liquid media comprising a microwave source which is directly or indirectly flange-mounted on an applicator. Said applicator is embodied as a cuboid resonator chamber wherein the microwave is injected via an opening on a side wall and excites the linear polarised base mode TE₁₀ therein. The dielectric tube through which the fluid which is to be heated flows, is mounted between said side wall and the opposite wall. The dielectric tube and the liquid which flows through said pipe essentially forms the load for the microwave source. Said device can be modulated in such a way that all of the microwave energy can dissipate into the load.

(57) Zusammenfassung: Der mikrowellentechnische Durchlauferhitzer zum Erwärmen fluiden Medien besteht aus einer Mikrowellenquelle, die direkt oder indirekt an einen Applikator angeflanscht ist. Der Applikator ist ein quaderförmiger Resonatorraum, in dem auf einer Seitenwand die Mikrowelle über eine Öffnung einkoppelt und darin den linear polarisierten Grundmode TE₁₀ anregt. Zwischen derselben Seitenwand und der gegenüberliegenden ist das dielektrische Rohr eingespannt, in der das zu erwärmende Fluid durchströmt. Beides, dielektrisches Rohr und durchströmendes Fluid im wesentlichen bilden die Last für die Mikrowellenquelle. Die Abstimmung der Einrichtung geschieht derart, dass die gesamte Mikrowellenenergie in die Last dissipieren kann.

WO 02/102116 A1



LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Mikrowellentechnischer Durchlauferhitzer

Die Erfindung betrifft einen mikrowellentechnischen Durchlauferhitzer zum Erwärmen fluider Medien.

Die Mikrowelle eignet sich zum Erwärmen in vielfältiger Form. Sie findet daher Einsatz in der Ernährungsindustrie, im Haushalt, in der Medizin, in der industriellen Materialprozessierung in unterschiedlicher Weise, sei es, dass ein Prozessgut einfach angestrahlt wird, sei es, dass ein Applikator Bestandteil einer mikrowellentechnischen Anlage zur Erwärmung ist, wie etwa die hinlänglich bekannte Haushaltsmikrowelle oder bei der Temperierung und Thermostatisierung eines Wärmebades in der Materialbearbeitung.

Letzteres ist aus der DE 199 35 387 A1 bekannt. Dort ist an einer Seitenwand des Beckens der Mikrowellen-Applikator angebracht, der eine Seitenwand mit dem Becken gemeinsam hat. Diese Wand besteht aus einem Gitter, das eine Maschenweite hat, die die Mikrowelle nicht mehr durchtreten lässt, wohl aber die Flüssigkeit des Bades im eigentlichen Nutzbecken und dem Applikator durch die Gitterwand hindurch zirkulieren bzw. umgewälzt werden kann.

Solche Aufbauten sind recht komplex, wenn der mikrowellentechnische Teil und der Nutzbereich, von außen gesehen, eine bauliche Einheit bilden. Damit einher gehen Schutzmaßnahmen, die aufgrund der räumlichen Enge gewichtige Beachtung finden müssen.

Aus den Schriften DE 697 01 702 T2, DE 199 25 493 C1 und DE 196 06 517 C2 ist jeweils ein Mikrowellenresonator bekannt, der von einem mikrowellendurchlässigen Rohr durchquert wird:

So wird in der DE 697 01 702 T2 ein Verfahren zur Zersetzung von Polymeren zu Monomeren angegeben, wobei sich anfänglich der Po-

lymer in einem Quarzrohr befindet, das durch die Mikrowellenkavität ragt, die ein Hohlleitersystem abschließt.

In der DE 199 25 493 C1 wird eine linear ausgedehnte Anordnung zur großflächigen Mikrowellenbehandlung und zur großflächigen Plasmaerzeugung vorgestellt. Eine Ausgestaltung besteht aus einem Hohlraumresonator mit ellipsenförmigem Querschnitt, entlang dessen einer Brennnlinie ein linear gestreckte Mikrowellenantenne vorhanden ist. Dieser ist mit einem für die Umgebung inerten Dielektrikum umgeben, das mikrowellendurchlässig ist. Entlang der zweiten Brennnlinie verläuft als Last ebenfalls ein mikrowellendurchlässiges Rohr, in dem ein zu behandelndes Werkstück liegt, das darin dem durch die Mikrowelle erzeugten Plasma ausgesetzt ist.

Die DE 196 06 517 C2 stellt einen Druckreaktor mit Mikrowellenheizung für kontinuierlichen Betrieb vor. Er besteht aus aneinandergereihten einzelnen, mit Mikrowellensendeantennen ausgerüsteten Zellen mit massebezogenen Trennwänden. Durch die Trennwände und Zellen hindurch führen Rohre aus mikrowellentransparentem Material, die nach außerhalb in Metallrohrleitungen übergehen. In diesen Rohren fließt das Medium, das durch die Einwirkung der kammerweise eingekoppelten Mikrowelle erwärmt wird. Kammerreihe ist über Ankerbolzen druck- und mikrowellendicht verspannt.

Aufgabe ist, eine technisch einfache Einrichtung zur Erwärmung von Flüssigkeiten/Fluiden mittels Mikrowelle bereitzustellen, in deren Applikator Mikrowellenenergie reflexionsfrei oder bis zu einem tolerablen Maß reflexionsarm einkoppelbar ist.

Die Aufgabe wird durch einen mikrowellentechnischen Durchlauferhitzer zum geführten Erwärmen fluider Medien gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Mikrowellenquelle der Einrichtung hat eine Auskoppereinrichtung/Antenne, die je nach räumlicher Vorgabe direkt oder über einen Rechteckhohlleiter an die Mikrowelleneinkoppelöffnung in der Seitenwand eines rechteckigen Applikators angeflanscht ist.

Die Last ist ein mit dem zu erwärmenden Medium durchströmtes dielektrisches Rohr, das parallel zur Achse der Einkoppelöffnung für die Mikrowelle zwischen zwei zueinander parallelen Seitenwänden des Applikators eingebaut ist und auf der Längsachse der jeweiligen Seitenwand stößt.

An das dielektrische Rohr schließt sich an seinen beiden Enden nach außen hin je ein metallischer Rohrstutzen an, beide freien Enden sind an einen Strömungskreislauf angeschlossen. Beide Rohrstutzen setzen einerseits fluid/gasdicht am jeweiligen Ende des dielektrischen Rohres an und sind andererseits mindestens mikrowellendicht, aber auch mechanisch hinreichend stabil an der jeweiligen Seitenwand des Applikators angeflanscht, hart angelötet oder angeschweißt.

Die Geometrie des mikrowellentechnischen Aufbaus wird von der Wellenlänge λ der von der Quelle ausgekoppelten Mikrowelle und der Ausbildung des linear polarisierten Grundmodes TE_{10} bestimmt. Damit liegt der Applikator in seiner Geometrie als Rechteckhohlleiter fest.

Die Achse der Mikowellen-Einkoppelöffnung und die Längsachse des dielektrischen Rohrs stehen parallel zueinander, beide Achsen stehen senkrecht zu zwei einander gegenüberliegenden Applikatorwänden und gehen durch deren jeweilige Längsmittellinie. Beide haben einen Abstand von etwa $\lambda/4$ zur jeweils nächstliegenden Stirnseite des Applikators.

Der Abstand zwischen der Antenne und dem dielektrischen Rohr ist so groß ist, dass die in den Applikator eingekoppelte Mikrowelle

in dem in dem dielektrischen Rohr durchströmenden Fluid, der Last, nahezu völlig oder völlig dissipiert. Zur Feinabstimmung oder Feineinstellung ist deshalb die der Last naheliegende Stirnseite im Gegensatz zu der der Mikrowelleneinkoppelöffnung naheliegenden justierbar, d.h. sie kann mikrowellentechnisch auf die Last justiert werden und ist damit ein Kurzschlussschieber. Diese Einrichtung erübrigt sich nach entsprechender, last- und damit material- bzw. mediumabhängiger Einstellung des Abstandes, wenn stets nur eine Sorte Medium erwärmt werden soll.

Das dielektrische Rohr, in dem das zu erwärmende Medium durchströmt, kann maximal den lichten Abstand der beiden einander gegenüberliegenden Applikatormantelwände haben, zwischen denen das Rohr hindurchgeht. Das dielektrische Rohr verläuft mittig zwischen den beiden Applikatormantelwänden und senkrecht zu den andern beiden, mit denen es stößt. Die durchströmende Flüssigkeit wird volumetrisch erwärmt, im allgemeinen über den lichten Querschnitt des dielektrischen Rohres nicht gleichmäßig sondern im wesentlichen im Profil, etwa eine Sinusform, des linearpolarisierten Grundmodes TE_{10} , der für die maßgebliche leistungsstarke Aufwärmung vorgesehen ist. Da die Längsachse des Rohres mit dem Feldmaximum, der Amplitude des elektrischen Feldes und mit der Polarisationsrichtung des linear polarisierten Grundmodes TE_{10} zusammenfällt, ist daraus ersichtlich, wie gut die gleichmäßige Erwärmung des durchströmenden Mediums, über den lichten Querschnitt gesehen, ist: in naher radialer Umgebung ist sie konstant, in größerer radialer Entfernung nimmt sie ab. Das Konstanz- bzw. Abnahmeverhalten kann durch den ähnlichen Verlauf des linear polarisierten Grundmodes über den Applikatorquerschnitt wie der einer sinusförmigen Halbwelle veranschaulicht werden. Nahe der Mitte zwischen zwei einander gegenüberstehenden Seitenwänden des Applikators ist es etwa konstant entsprechend $\sin(\pi/2)$, darüber hinaus ist der Verlauf ähnlich wie $\sin \alpha$, für $0 < \alpha < \pi$

Die lichte Weite der beiden Rohrstutzen ab der jeweiligen Applikatorwand ist zunächst gleich dem Außendurchmesser des dielektrischen Rohrs. In Bezug auf die Mikrowellenlänge λ bewegt sich diese Teillänge l_g in dem Bereich

$$\lambda/4 < l_g < \lambda/2.$$

Weiter nach außen hin sind die beiden Rohrstutzen in ihrer lichten Weite über eine Länge $l_{\text{cut-off}} > \lambda/4$ derartig verjüngt, dass für die Mikrowelle abhängig von der relativen Dielektrizitätskonstanten ϵ_r des zu erwärmenden Mediums dort Cut-Off-Bedingungen für die Mikrowelle bestehen, sie dort also nicht in die Umgebung austreten kann.

In den Unteransprüchen sind noch weitere, an sich bekannte Maßnahmen beschrieben, mit denen der Durchlauferhitzer zweckmäßig ausgestattet werden kann.

An das dielektrische Rohr werden außer der elektrischen Eigenschaft, dass es fluiddicht ist, keine weiteren außergewöhnlichen Forderungen gestellt. Es muss natürlich gegenüber der berührenden, zu erwärmende Flüssigkeit inert sein. All diese Forderungen erfüllt Aluminiumoxid, das hinsichtlich des durchströmenden Fluids lediglich auf sein chemisches Verhalten, d.h. seine Reaktionsfähigkeit hin überprüft werden muss. Beispielsweise ist Al_2O_3 für die Mikrowelle von 700 MHz bis 25 GHz nahezu völlig transparent, d. h. es gibt nur mehr geringe bzw. gar keine Mikrowellenankopplung und damit keine problematische Erwärmung des dielektrischen Rohres. Dieses Überprüfen gilt aber für alle dielektrischen Materialien, die als Rohrwand in Frage kommen. Glas, Quarzglas, um weitere Beispiel zu nennen, kommen deshalb auch in Betracht.

In Anspruch 3 wird die Feinabstimmungsmöglichkeit mit der der Last naheliegenden Stirnwand des Applikators aufgeführt. Diese technische Einrichtung ist ein Kurzschlusschieber und nur bei elektrisch unterschiedlichen Medien notwendig. Bei ein und dem-

selben, zu erwärmenden Medium kann diese Stirn wie die gegenüberliegende von Anbeginn an schon fest eingebaut sein, bzw. ist fest eingebaut.

Welcher Typ Mikrowellenquelle im Einzelfall eingesetzt wird, orientiert sich am Leistungsbedarf und der Frequenz ν bzw. Wellenlänge λ der Mikrowelle. Das technisch heute völlig ausgereifte Magnetron dürfte in Leistungsbereichen < 10 kW konkurrenzlos sein (Anspruch 4). Weiter in Frage kommende Mikrowellenquellen sind ein Klystron oder ein Backward-Wave-Oscillator, BWO, oder eine sonstige für die notwendige Mikrowellenleistung technisch geeignete Mikrowellenröhre. Der rechteckige Hohlleiter samt Applikator haben eine einfache, an der Betriebsfrequenz orientierte Geometrie. Im Grunde könnte damit jede Frequenz verwendet werden, solange es dafür auch die entsprechend leistungsstarken Mikrowellenquellen gibt.

Mit dem mikrowellentechnischen Durchlauferhitzer können polare und nichtpolare Fluide/Flüssigkeiten gelenkt erwärmet werden. Unter polaren Fluiden werden Flüssigkeiten verstanden, deren Moleküle ein permanentes elektrisches Dipolmoment haben, wie Wasser,

Säuren, Ölsäuren und dergleichen. Dadurch können bekanntermaßen elektrische Felder gut ankoppeln. Die komplementäre Gruppe der nichtpolaren besteht aus Molekülen, die dieses elektrische Dipolmoment nicht permanent haben, sind also meist organischer Natur wie säurefreie Öle und Fette, Alkohole, um nur einige zu nennen. Bei beiden Arten ist das volumetrische Erwärmen maßgebend.

Der mikrowellentechnische Durchlauferhitzer ist ein technisch sehr einfacher Aufbau, der komplett aus Standardkomponenten besteht. Mikrowellentechnische Abschirmmaßnahmen zur Umwelt hin bestehen gewissermaßen inhärent, da die Mikrowellenquelle als

Baugruppe mit einem Metallgehäuse umgeben ist. Sie ist mit Kühlrippen und einem Gebläse zur Kühlung oder Kühlrippen mit kühlmitteldurchströmbaren Kanälen versehen, die an einen Kühlkreislauf anschließbar sind. Der Applikator ist unmittelbar oder über ein kurzes Hohlleiterstück angeflanscht. Über die beiden metallischen Rohrstutzen, die an den beiden Enden des dielektrischen Rohrs ansetzen, ist die Schließung des Strömungskreislaufs mit zwei Schlauchanschlüssen einfach erledigt.

Die mikrowellentechnischen Einrichtung ist von der Nutzung des erwärmten Fluids entkoppelt, das bedeutet, dass nur die mikrowellentechnische Einrichtung zur Umgebung hin sicher abgeschirmt werden muss, nicht aber die Nutzereinrichtung, wie ein Wärmebad, ein Radiator, eine Temperiereinrichtung oder sonst eine in dieser Art brauchbare Erwärmungseinrichtung in Verfahrensanlagen, in der das erwärmte Fluid schließlich genutzt wird. Statt des Fluids kann prinzipiell auch ein Gas auf diese Weise erwärmt werden, sofern die Mikrowelle im lichten Bereich des dielektrischen Rohrs überhaupt brauchbar, d.h. konkurrierbar mit andern Erwärmungssystemen ankoppeln würde.

Ein wirtschaftlicher Vorteil ist auch darin zu sehen, dass bei auf die fluiddurchströmte Last angepasster Applikatorgeometrie ein Zirkulator als Schutz für in die Mikrowellenquelle zurücklaufende Wellen nicht mehr notwendig ist, da die von der Quelle emittierte Welle vollständig in der Last dissipiert und damit in Wärme gewandelt wird. Ein solcher wäre redundant und daher nur als zusätzlich Schutzeinrichtung eingebaut.

Im Applikator besteht bei wohl angepasster Geometrie die Situation der elektromagnetischen Quelle in Form der Antenne bzw. Einkoppelöffnung und der ohne Reflexion aufnehmenden Senke, in Form der gesamten Last aus dielektrischem Rohr und darin durchströmendem Fluid, wobei bei der technischen Auslegung darauf geachtet wird, dass die eingekoppelte elektromagnetische Energie

ins durchströmenden Fluid völlig, zumindest aber hauptsächlich dissipiert. Bei Puls-Breitengeregeltem Betrieb der Mikrowellenquelle kann die Leistung der Einrichtung kontinuierlich von Null bis auf Nennleistung geregelt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher beschrieben. Die Zeichnung besteht aus den Figuren 1 bis 3. Sie zeigen:

Figur 1 den Applikator,

Figur 2 die Intensitätsverteilung im beladenen Applikator bei Abstimmung,

Figur 3 die Intensitätsverteilung im leeren Applikator.

Der im folgenden beschriebene mikrowellentechnische Durchlauf-erhitzer arbeitet bei der Mikrowellen-Frequenz $\nu = 2,45$ GHz, das ist der Wellenlänge $\lambda \approx 12$ cm im Vakuum äquivalent. Die Geometrie orientiert sich daran. Zwei weiter nutzbare ISM-Frequenzen sind die niedrigere von 915 MHz und die höhere von 5,85 GHz beispielsweise. Technisch einsetzbare Mikrowellenquellen sind dafür noch standardmäßig zu bekommen.

Im jetzt beschriebene Ausführungsbeispiel wird als Mikrowellenquelle ein Magnetron eingesetzt. Es hat beispielhaft die folgenden technischen Daten:

Mikrowellenleistung	1000 W,
Frequenz	2,45 GHz,
Spannung	4,2 kV,
Strom	0,33 A.

Das Magnetron bildet mit seiner Kühleinrichtung meist schon ab Werk eine bauliche Einheit. An seinen Kopf ist der rechteckige Hohlleiter offen und dort mit einem Koppelflansch versehen. Daran flanscht der Applikator 1 an, an dessen nahe der Einkoppelöffnung liegenden Stirn zum eventuell notwendigen Leerpumpen ein Evakuierungsstutzen ansetzt. Die andere Stirn 8 des Applika-

tors 1 sitzt entweder fest oder ist als Kurzschlusschieber 8 ausgebildet.

Figur 1 zeigt diese Situation nicht in diesem Umfang. Es wird lediglich der quaderförmige Applikator 1 dargestellt, der hier beispielsweise aus Aluminium ist. In seiner oberen Deckwand 3 ist die Öffnung 5 für die Mikrowelleneinkopplung. Weiter auf der Längsachse in der Figur nach links ist zwischen der Deck- 3 und Bodenwand 4 des Applikators 1 das dielektrische Rohr 2 eingebaut, hier ein Keramikrohr aus Al_2O_3 . Nach außen hin setzen daran auf der einen Seite 3 der metallisch geschirmte Abfluss 6 und auf der andern Seite 4 der metallisch geschirmte Zufluss 7 an. Jeweils daran schließt der Übergang auf den Schlauch 10 bzw. 9 des Kreislaufs an.

In Figur 2 ist der elektromagnetische Zustand im Applikator 1 bei auf den Lastfall abgestimmter Geometrie auf der zur Einkopplungsebene parallelen Mittelebene durch den Applikator 1 dargestellt, d.h. der Applikator 1 bzw. das dielektrische Rohr 2 ist fluiddurchströmt. In der Nähe der im Bild rechts oberen Stirnwand, $\lambda/4$ -Abstand ≈ 3 cm, ist die Quelle, also die Einkopplung der Mikrowellenenergie mit zunächst noch hoher Energiedichte relativ zum weiteren Innern des Applikators 1. In der Nähe der im Bild linken Stirnwand 8, im lastabhängigen $\lambda/4$ -Abstand davon versinkt die gesamte elektromagnetische Energie, d.h. sie wird volumetrisch in der strömende Last in thermische Energie dissipiert. Bei dieser Situation gibt es keine Reflexion/Resonanz im Applikator, die Mikrowelle wird in der Last völlig aufgesaugt. Zum anschaulichen Vergleich zeigt die Figur 3 den lastlosen Fall, der sich durch die Reflexion/Resonanz im Applikator darstellt. Dieser Resonanzfall ist zu vermeiden, da ohne einen Zirkulator zwischen der Mikrowellenquelle, hier dem Magnetron, und der Einkoppelöffnung 5 im Applikator 1, dieselbe durch Rückwärtseinkopplung aus dem Applikator 1 gefährdet wäre. Ganz allgemein muss die Rückwärtseinkopplung in eine Mikrowel-

lenquelle durch Anpassung vermieden oder zumindest bis auf ein tolérables Maß durch Schutzmaßnahmen wie den Zirkulator unterdrückt werden.

Die Baugruppe der standardmäßig verwendeten Mikrowelle, also die Mikrowellenquelle als solche mit ihrer Kühleinrichtung in Form eines Gebläses oder in Form einer Kühlschlangengruppe, an wärmeabzuführender Stelle ankoppelnd, die Stromversorgung mit Steuer- und Schalteinrichtung, ist nicht angedeutet, da die für die Erläuterung der Erfindung die Einkoppelöffnung 5 am Applikator 1 ausreicht. Dort koppelt bekanntermaßen die Auskoppelöffnung der Mikrowellenquelle direkt oder indirekt über ein Wellenleiterstück an. Weitere, technisch übliche Maßnahmen zu Überwachungs-, Schutz- und Steuerungszwecken sind in der Figur 1 der Übersicht und der Hervorhebung halber auch nicht angedeutet.

Bezugszeichenliste:

- 1 Applikator
- 2 Keramikrohr
- 3 Seitenwand, Deckwand
- 4 Seitenwand, Bodenwand
- 5 Einkoppelöffnung, Mikrowelleneinkoppelöffnung
- 6 Abfluss
- 7 Zufluss
- 8 Stirnwand
- 9 Schlauchsystem
- 10 Schlauchsystem

Patentansprüche

1. Mikrowellentechnischer Durchlauferhitzer zum Erwärmen flüider Medien, bestehend aus:

- einer Mikrowellenquelle,
- einem an den Ausgang der Mikrowellenquelle direkt oder über einen Rechteckhohlleiter angeflanschten Applikator (1) mit ebenfalls rechteckigem Querschnitt,
- einer Last (2) in Form eines mit dem zu erwärmenden Medium durchflossenen dielektrischen Rohres (2), das parallel zur Achse der Einkoppelöffnung (5) für die Mikrowelle in den Applikator (1) steht und senkrecht auf die jeweilige Längsachse von zwei einander gegenüberliegenden Seitenwänden (3, 4) des Applikators (1) stößt, wovon in der einen Seitenwand (3) davon die Einkoppelöffnung (5) sitzt,
- je einem metallischen Rohrstutzen (6, 7) an den beiden Enden des dielektrischen Rohres (2), der fluiddicht an der Stoßstelle des dielektrischen Rohres (2) und mikrowellendicht an den gegenüberliegenden r entsprechenden Seitenwänden (3, 4) des Applikators (1) ansetzt,

wobei

- die Rechteckgeometrie des Applikators (1) an die von der Mikrowellenquelle emittierten Mikrowelle der Wellenlänge λ derart angepasst ist, dass im Applikator der linear polarisierte Grundmode TE_{10} angeregt wird,
- die Achse des dielektrischen Rohrs (2) parallel zur Feldpolarisation des linear polarisierten TE_{10} -Modes sowie mit dem Abstand von etwa $\lambda/4$ zur jeweils nächstliegenden Stirnseite (8) des Applikators (1) steht, und die Rohrachse des dielektrischen Rohrs (2) mit dem Ort des Feldmaximums des linear polarisierten TE_{10} -Modes zusammenfällt,

- der Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Einkoppelöffnung (5) und der Achse des dielektrischen Rohrs (2) so eingestellt ist, dass die in den Applikator (1) eingekoppelte Feldenergie in dem fluiddurchströmten dielektrischen Rohr (2) mindestens nahezu oder völlig absorbierbar und damit in Wärme darin umwandelbar ist, so dass sich im Applikator nur mehr vernachlässigbare oder keine Reflexionen ausbilden,
 - die lichte Weite der beiden Rohrstutzen (6, 7) ab den Seitenwänden (3, 4) des Applikators (1) zunächst gleich dem Außendurchmesser des dielektrischen Rohrs (2) ist, und zwar über eine Länge die zwischen $\lambda/4$ und $\lambda/2$ liegt und anschließend, von der relativen Dielektrizitätskonstanten abhängig, über eine Länge $> \lambda/4$ derart verjüngt ist, dass dort ein vollständige Austrittshinderung für die Mikrowelle besteht.
2. Mikrowellentechnischer Durchlauferhitzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das dielektrische Rohr (2) inert gegenüber dem durchströmenden, zu erwärmenden Medium ist.
3. Mikrowellentechnischer Durchlauferhitzer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die dem dielektrischen Rohr (2) nächststehende Stirnwand (8) des Applikators (1) zur Ausbildung des Grundmodes TE_{10} auf der Längsachse des Applikators (1) justierbar ist.
4. Mikrowellentechnischer Durchlauferhitzer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowellenquelle, in ihrer Art an der Nennleistung orientiert, ein Magnetron oder ein Klystron oder ein Backward-Wave-Oscillator.

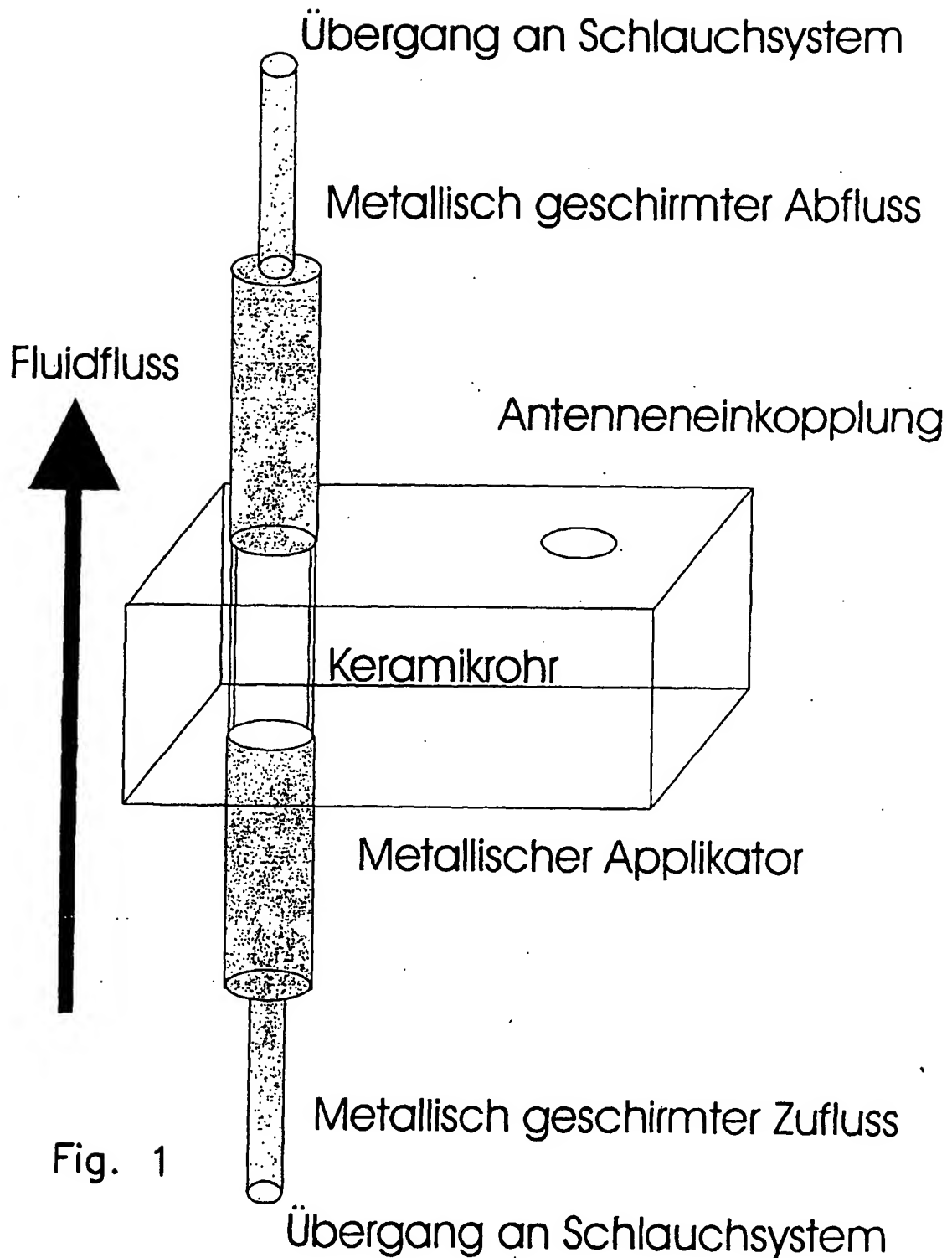


Fig. 1

2/3

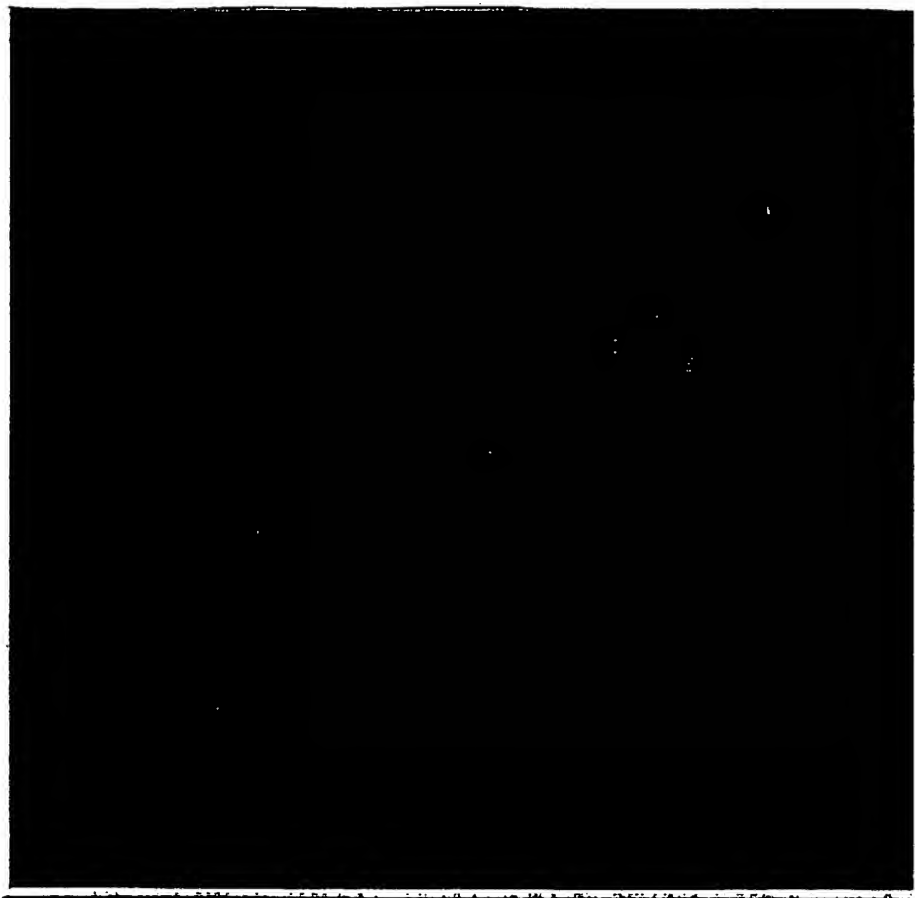


Fig. 2

3/3

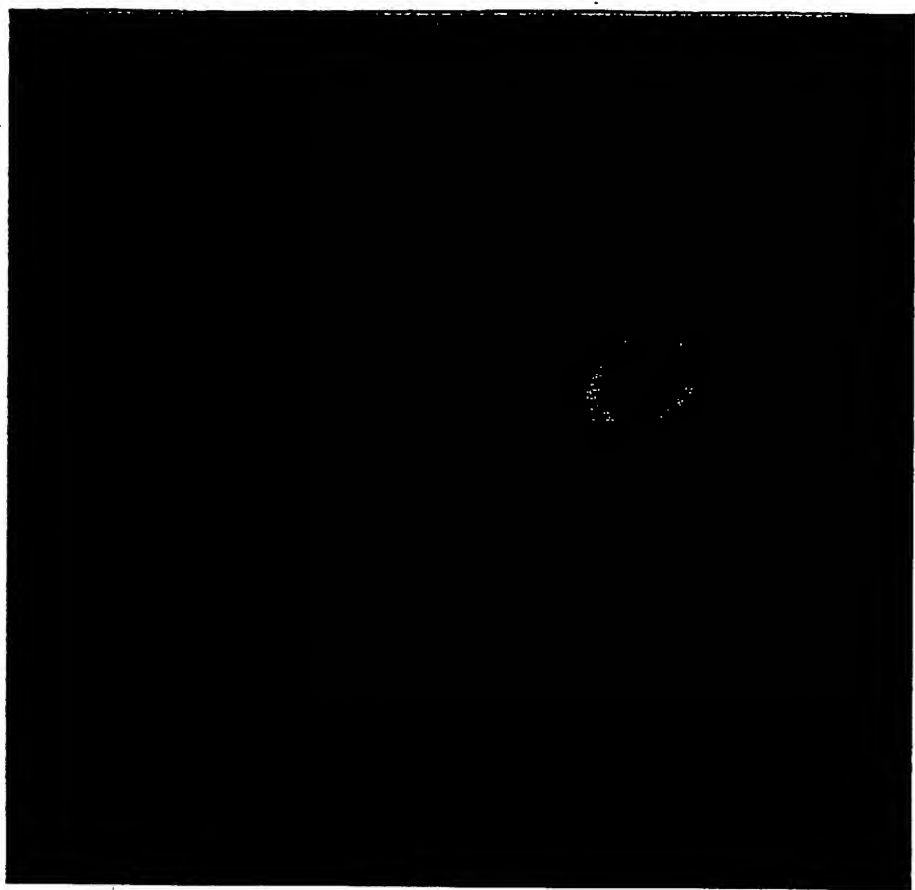


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/05335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H05B6/80

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 765 105 A (EASTMAN) 26 March 1997 (1997-03-26) column 1, line 5 - line 7 column 4, line 21 - line 28 column 7, line 44 - line 51 column 3, line 30; figure 2 column 4, line 21 - line 27 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 2002

Date of mailing of the international search report

11/09/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Taccoen, J-F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/05335

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0765105	A	26-03-1997	AU 6579296 A	27-03-1997
			EP 0765105 A2	26-03-1997
			JP 9134779 A	20-05-1997
			US 5719380 A	17-02-1998
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/05335

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 H05B6/80		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H05B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 765 105 A (EASTMAN) 26. März 1997 (1997-03-26) Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 7 Spalte 4, Zeile 21 - Zeile 28 Spalte 7, Zeile 44 - Zeile 51 Spalte 3, Zeile 30; Abbildung 2 Spalte 4, Zeile 21 - Zeile 27 -----	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 4. September 2002		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11/09/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Taccoen, J-F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/05335

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0765105 A	26-03-1997	AU 6579296 A	27-03-1997
		EP 0765105 A2	26-03-1997
		JP 9134779 A	20-05-1997
		US 5719380 A	17-02-1998
<hr/>			